

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 16.11.2023 16:30:43

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Металлургия черных, цветных и редких металлов

Закреплена за подразделением Кафедра энергоэффективных и ресурсосберегающих промышленных технологий

Направление подготовки

00.06.00 Аспирантура

Профиль

Квалификация

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

38

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 7 (4.1)      |     | Итого |     |
|---|--------------|-----|-------|-----|
|   | Неделя<br>20 |     |       |     |
| Вид занятий                               | УП           | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 17           | 17  | 17    | 17  |
| Практические                              | 17           | 17  | 17    | 17  |
| Итого ауд.                                | 34           | 34  | 34    | 34  |
| Контактная работа                         | 34           | 34  | 34    | 34  |
| Сам. работа                               | 38           | 38  | 38    | 38  |
| Часы на контроль                          | 36           | 36  | 36    | 36  |
| Итого                                     | 108          | 108 | 108   | 108 |

Программу составил(и):

*к.т.н., ст.преп., Быстров Сергей Валентинович*

Рабочая программа

### **Металлургия черных, цветных и редких металлов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ от 17.03.2022 г. № 2-22)

Составлена на основании учебного плана:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 **Металлургия черных, цветных и редких металлов**
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, АСП-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 **Металлургия черных, цветных и редких металлов**
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра энергоэффективных и ресурсосберегающих промышленных технологий**

Протокол от 22.06.2021 г., №19

Руководитель подразделения Тарасов В.П.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Цель освоения дисциплины – формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а также изучение аспирантами современных достижений и тенденций в области производства черных, цветных, редких и благородных металлов из различных видов природного и техногенного сырья |
|-----|---|

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

| Блок ОП:   |   | 2.1.3 |
|------------|---|-------|
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |       |
| 2.1.1      | 3D-моделирование машин, агрегатов и процессов   |       |
| 2.1.2      | Биоматериаловедение   |       |
| 2.1.3      | Высокотемпературные и сверхтвердые материалы  |       |
| 2.1.4      | Геолого-маркшейдерское обеспечение горных работ   |       |
| 2.1.5      | Геотехнологии освоения месторождений полезных ископаемых  |       |
| 2.1.6      | Диагностика, экспертиза и коррозионный мониторинг состояния металлических материалов                      |       |
| 2.1.7      | Инновационные конструкционные материалы   |       |
| 2.1.8      | Инновационные литейные технологии   |       |
| 2.1.9      | Инновационные технологии и конструкции оборудования для производства труб, деталей и специальных изделий  |       |
| 2.1.10     | Композиционные наноматериалы  |       |
| 2.1.11     | Компьютерное моделирование в задачах геомеханики, геоконтроля и разрушения горных пород                   |       |
| 2.1.12     | Компьютерное моделирование в задачах геомеханики, геоконтроля и разрушения горных пород                   |       |
| 2.1.13     | Логистика и экодизайн технологий черной металлургии   |       |
| 2.1.14     | Материаловедение и технологии материалов электроники  |       |
| 2.1.15     | Материаловедение функциональных материалов  |       |
| 2.1.16     | Металловедение и технологии легких сплавов  |       |
| 2.1.17     | Методология проектирования горных предприятий   |       |
| 2.1.18     | Механика подземных сооружений   |       |
| 2.1.19     | Обеспечение безопасного применения электроэнергии на предприятиях минерально-сырьевого комплекса          |       |
| 2.1.20     | Оптика и физика лазеров   |       |
| 2.1.21     | Организация и обеспечение качества аналитического контроля  |       |
| 2.1.22     | Порошковые, композиционные, аддитивные материалы и покрытия   |       |
| 2.1.23     | Приборы твердотельной электроники и микроэлектроники  |       |
| 2.1.24     | Проблемы надежности горных машин и оборудования   |       |
| 2.1.25     | Процессы и технологии обогащения и глубокой переработки минерального сырья                                |       |
| 2.1.26     | Ресурсосбережение и комплексное использование сырья в металлургии цветных, редких и благородных металлов  |       |
| 2.1.27     | Строительная геотехнология  |       |
| 2.1.28     | Теоретические исследования и моделирование перспективных сталеплавильных и ферросплавных процессов        |       |
| 2.1.29     | Теоретические основы и средства компьютерного моделирования процессов ОМД                                 |       |
| 2.1.30     | Теория и практика решения металлургических задач  |       |
| 2.1.31     | Термохимия материалов и термодинамическое моделирование   |       |
| 2.1.32     | Технологические основы получения материалов макро-, микро- и наноэлектроники                              |       |
| 2.1.33     | Физика конденсированного состояния  |       |
| 2.1.34     | Физика конденсированного состояния и квантовые технологии   |       |
| 2.1.35     | Физика конденсированного состояния функциональных материалов  |       |
| 2.1.36     | Физика наноразмерных материалов и структур  |       |
| 2.1.37     | Физика полупроводников и диэлектриков   |       |
| 2.1.38     | Физико-технологические основы получения материалов и элементов макро-, микро- и наноэлектроники           |       |
| 2.1.39     | Физико-химия наноматериалов   |       |
| 2.1.40     | Физико-химия процессов и материалов   |       |
| 2.1.41     | Химия и технология переработки твердых горючих ископаемых   |       |
| 2.1.42     | Академическое письмо  |       |
| 2.1.43     | Иностранный язык  |       |
| 2.1.44     | История и философия науки   |       |
| 2.1.45     | Физико-химические и химические процессы обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья |       |

|            |   |
|------------|---|
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.2      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.3      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.4      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.5      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.6      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.7      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.8      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.9      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.10     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.11     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.12     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.13     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.14     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.15     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.16     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.17     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.18     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.19     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.20     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.21     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.22     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.23     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.24     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.25     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.26     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.27     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.28     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.29     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.30     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.31     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.32     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.33     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.34     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.35     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.36     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.37     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.38     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.39     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.40     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.41     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.42     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |

### **3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

**А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях**

**Знать:**

А-1-32 практическую значимость исследований при создании высокоэффективных процессов и технологий производства черных, цветных, редких и благородных металлов и их соединений, а также инновационных материалов на их основе

А-1-31 актуальные проблемы и тенденции развития фундаментальных наук, соответствующих научной области и области профессиональной деятельности

|  |
|--|
| <b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>  |
| <b>Уметь:</b>  |
| А-3-У1 представлять результаты своих исследований в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов, докладов и презентаций  |
| <b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>  |
| <b>Уметь:</b>  |
| А-2-У1 выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования, в том числе и с применением компьютерных технологий  |
| <b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>  |
| <b>Уметь:</b>  |
| А-1-У1 разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ в области металлургии черных, цветных, редких и благородных металлов  |
| А-1-У2 анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей   |
| <b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>  |
| <b>Владеть:</b>  |
| А-3-В1 навыками профессионального изложения результатов своих исследований и представления их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов, докладов и презентаций  |
| <b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>  |
| <b>Владеть:</b>  |
| А-2-В1 навыками обработки результатов научно-исследовательской работы и их анализа   |
| <b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>  |
| <b>Владеть:</b>  |
| А-1-В1 навыками разработки технических заданий и/или программ проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ в области металлургии черных, цветных, редких и благородных металлов   |
| А-1-В2 навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности при создании высокоэффективных процессов и технологий производства черных, цветных, редких и благородных металлов и их соединений, а также инновационных материалов на их основе |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/  | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|--|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Введение</b>  |                |       |                                    |                          |            |    |                    |
| 1.1         | Теоретические основы металлургических процессов, общие принципы извлечения черных и цветных металлов из различного сырья /Лек/ | 7              | 4     | А-1-31                             | Л1.5 Л1.22<br>Л1.25Л2.6  |            |    |                    |
|             | <b>Раздел 2. Металлургия черных металлов</b>   |                |       |                                    |                          |            |    |                    |

|     |   |   |   |   |  |  |  |    |
|-----|---|---|---|---|--|--|--|----|
| 2.1 | Современное сталеплавильное и конвертерное производства стали, перспективы развития.<br>Основные технологические схемы и особенности производства стали в различных металлургических агрегатах.<br>Устойчивое развитие и экологически чистое производство. Концепция общества с оборотным использованием ресурсов.<br>Интегрированная политика производства экопродукта.<br>Экобаланс и анализ жизненного цикла изделия.<br>«Инициатива 3R» и новая парадигма черной металлургии. /Лек/ | 7 | 3 | A-1-31 A-1-32                                   | Л1.8 Л1.15<br>Л1.16 Л1.17<br>Л1.18 Л1.20<br>Л1.26 Л1.27<br>Л1.28 Л1.29<br>Л1.30 Л1.31<br>Л1.35 Л1.36<br>Л1.38 Л1.39<br>Л1.40 Л1.41<br>Л1.44 Л1.45<br>Л1.46 Л1.47<br>Л1.48 Л1.49<br>Л1.50 Л1.51<br>Л1.52<br>Л1.53Л2.4<br>Л2.21 Л2.22<br>Л2.32 Л2.33<br>Л2.34 Л2.36<br>Л2.37 Л2.40 |  |  |    |
| 2.2 | Построение баланса макро- и микроэлементов металлургического предприятия /Пр/   | 7 | 3 | A-1-У1 A-2-У1 A-2-В1                            | Л1.34 Л1.37<br>Л2.36 Л2.37<br>Л1.42 Л1.43<br>Л1.54Л2.30  |  |  | P5 |
| 2.3 | Оценочный расчёт баланса железа для предприятия чёрной металлургии полного цикла /Пр/   | 7 | 2 | A-1-У1 A-2-У1 A-2-В1                            | Л1.34 Л1.42<br>Л1.54Л2.1<br>Л2.2 Л2.8<br>Л2.9 Л2.10<br>Л2.12 Л2.13<br>Л2.14 Л2.15<br>Л2.16 Л2.17<br>Л2.18 Л2.19<br>Л2.24 Л2.25<br>Л2.26 Л2.27<br>Л2.28 Л2.31<br>Л2.35 Л2.38<br>Л2.39Л3.1<br>Л3.2 Л3.3  |  |  | P6 |
| 2.4 | Реферат №1 /Ср/   | 7 | 6 | A-1-У2 A-1-В1<br>A-1-В2 A-2-В1<br>A-3-У1 A-3-В1 | Л1.8 Л1.15<br>Л1.16 Л1.17<br>Л1.18 Л1.20<br>Л1.26 Л1.27<br>Л1.28 Л1.29<br>Л1.30 Л1.31<br>Л1.35 Л1.36<br>Л1.37 Л2.36<br>Л2.37 Л1.38<br>Л1.39 Л1.40<br>Л1.41 Л1.43<br>Л1.44 Л1.45<br>Л1.46 Л1.47<br>Л1.48 Л1.49<br>Л1.50 Л1.51<br>Л1.52 Л1.53<br>Э1 Э2 Э3                          |  |  | P1 |
|     | <b>Раздел 3. Металлургия тяжелых цветных металлов</b>   |   |   |   |  |  |  |    |
| 3.1 | Основные направления развития металлургии тяжелых цветных металлов. /Лек/   | 7 | 3 | A-1-31 A-1-32                                   | Л1.2<br>Л1.25Л2.6  |  |  |    |

|     |   |   |   |   |  |  |  |     |
|-----|---|---|---|---|--|--|--|-----|
| 3.2 | Современные способы переработки медных концентратов /Пр/  | 7 | 1 | A-1-Y1 A-2-Y1 A-2-B1                            | Л1.1<br>Л1.2Л2.7<br>Л2.23                  |  |  | P7  |
| 3.3 | Особенности переработки окисленных никелевых и сульфидных медно-никелевых руд и концентратов /Пр/               | 7 | 1 | A-1-Y1 A-2-Y1 A-2-B1                            | Л1.2 Л1.1                                  |  |  | P8  |
| 3.4 | Совершенствование технологий получения свинца и цинка /Ср/  | 7 | 3 | A-1-Y2 A-1-B1<br>A-1-B2 A-2-B1<br>A-3-Y1 A-3-B1 | Л1.12 Л1.13<br>Л1.14Л2.5<br>Л2.20<br>Э1 Э2 |  |  |     |
| 3.5 | Реферат №2 /Ср/   | 7 | 5 | A-1-Y2 A-1-B1<br>A-1-B2 A-2-B1<br>A-3-Y1 A-3-B1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.25Л2.7<br>Л1.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  | P2  |
|     | <b>Раздел 4. Металлургия благородных металлов</b>   |   |   |   |  |  |  |     |
| 4.1 | Актуальные проблемы металлургии благородных металлов /Лек/  | 7 | 3 | A-1-31 A-1-32                                   | Л1.5 Л1.6<br>Л1.19                         |  |  |     |
| 4.2 | Технологии получения благородных металлов с использованием различных методов. /Пр/                              | 7 | 1 | A-1-Y1 A-2-Y1 A-2-B1                            | Л1.3                                       |  |  | P9  |
| 4.3 | Научные основы и технология аффинажа золота и серебра /Пр/  | 7 | 1 | A-1-Y1 A-2-Y1 A-2-B1                            | Л1.9 Л1.19                                 |  |  | P10 |
| 4.4 | Электролитическое рафинирование золота и серебра /Ср/   | 7 | 4 | A-1-Y2 A-1-B1<br>A-1-B2 A-2-B1<br>A-3-Y1 A-3-B1 | Л1.4<br>Л1.9Л2.3<br>Э1 Э2                  |  |  |     |
| 4.5 | Реферат №3 /Ср/   | 7 | 6 | A-1-Y2 A-1-B1<br>A-1-B2 A-2-B1<br>A-3-Y1 A-3-B1 | Л1.4 Л1.5<br>Л1.6Л2.29<br>Э1 Э2 Э3         |  |  | P3  |
|     | <b>Раздел 5. Металлургия легких металлов</b>  |   |   |   |  |  |  |     |
| 5.1 | Производство глинозема, фтористых солей и электродных изделий. /Пр/   | 7 | 3 | A-1-31 A-1-32                                   | Л1.7 Л1.10                                 |  |  | P11 |
| 5.2 | Основные направления развития технологии получения алюминия. /Пр/   | 7 | 3 | A-1-Y1 A-2-Y1 A-2-B1                            | Л1.24 Л1.32                                |  |  | P12 |
| 5.3 | Совершенствование технологий производства магния /Ср/   | 7 | 5 | A-1-Y2 A-1-B1<br>A-1-B2 A-2-B1<br>A-3-Y1 A-3-B1 | Л1.10<br>Э1 Э2 Э3                          |  |  |     |
|     | <b>Раздел 6. Металлургия редких металлов</b>  |   |   |   |  |  |  |     |
| 6.1 | Фундаментальные проблемы производства редких металлов /Лек/   | 7 | 4 | A-1-31 A-1-32                                   | Л1.11 Л1.21                                |  |  |     |
| 6.2 | Совершенствование технологий производства тугоплавких редких металлов и их соединений /Пр/                      | 7 | 1 | A-1-Y1 A-2-Y1 A-2-B1                            | Л1.23                                      |  |  | P13 |
| 6.3 | Основные тенденции развития технологий переработки первичного и техногенного сырья тантала, ниобия, титана /Пр/ | 7 | 1 | A-1-Y1 A-2-Y1 A-2-B1                            | Л1.11 Л1.33                                |  |  | P14 |
| 6.4 | Технологии производства рассеянных редких металлов /Ср/   | 7 | 3 | A-1-Y2 A-1-B1<br>A-1-B2 A-2-B1<br>A-3-Y1 A-3-B1 | Л1.11 Л1.23<br>Э1 Э2                       |  |  |     |



|     |                                       |   |   |   |   |  |  |    |
|-----|---------------------------------------|---|---|---|---|--|--|----|
| 6.5 | Реферат №4.<br>Экзамен по курсу. /Ср/ | 7 | 6 | A-1-У2 A-1-B1<br>A-1-B2 A-2-B1<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.10<br>Л1.11 Л1.13<br>Л1.23<br>Л1.33Л2.3<br>Л2.5 Л2.20<br>Л2.29<br>Э1 Э2 Э3 |  |  | Р4 |
|-----|---------------------------------------|---|---|---|---|--|--|----|

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код<br>КМ | Контрольное<br>мероприятие | Проверяемые<br>индикаторы<br>компетенций | Вопросы для подготовки |
|-----------|----------------------------|--|------------------------|
|-----------|----------------------------|--|------------------------|

|   |                 |                                    |   |
|---|-----------------|------------------------------------|---|
| KM1   | Экзамен         | A-1-31;A-1-32;A-1-B2               | <p>Интенсификация процесса производства стали в дуговых электропечах.</p> <p>Железо прямого восстановления – перспективная металлошхита, ее преимущества и недостатки. Особенности технологического процесса в ДСП и использование этой шихты.</p> <p>Перспективные способы десульфурации стали.</p> <p>Теоретическое обоснование, термодинамические закономерности процесса обезуглероживания сталей с высоким содержанием хрома.</p> <p>Теоретическое обоснование и технологические схемы получения низколегированной стали с содержанием углерода менее 0,01 – 0,005%.</p> <p>Управление содержанием азота в стали. Способы получения низких и высоких концентраций азота в металле.</p> <p>Основные реакции дефосфорации, десульфурации.</p> <p>Основные технологические схемы производства сталей и сплавов на установках спецэлектрометаллургии:</p> <p>Теоретическое обоснование и возможные технологические схемы производства стали с пониженным содержанием цветных примесей</p> <p>Теоретическое обоснование и экспериментальные возможности получения чистой стали (с пониженным содержанием примесей)</p> <p>Теоретическое обоснование и технологические схемы получения азотированных марок сплавов.</p> <p>Сопоставить по технологическим и экономическим показателям автогенные процессы в металлургии меди.</p> <p>Каковы особенности конвертирования медно-никелевых штейнов?</p> <p>Сформулировать теоретические основы процесса цианирования.</p> <p>С какой целью проводится приемная плавка сырья драгоценных металлов?</p> <p>Термодинамика и кинетика процесса растворения в цианистых растворах золота, серебра, теллуридов золота, сернистых и окисных минералов серебра.</p> <p>Рудная база алюминиевой и магниевой подотраслей цветной металлургии. Критерии качества.</p> <p>Технологические схемы производства глинозема.</p> <p>Дать описание принципиальной технологической схемы способа Байера.</p> <p>Выделить преимущества и недостатки различных типов анодов алюминиевых электролизеров.</p> <p>Ширина печи Ванюкова была увеличена с 1,5 м до 2 м. Какие изменения в работе можно ожидать, если параметры дутья были оставлены неизменными?</p> <p>Как должно отличаться содержание магнетита в шлаках при плавке в электрических и отражательных печах при одной и той же температуре расплава?</p> <p>Как должны отличаться по составу шлаки и штейны при плавке шихты одного и того же состава в электрических и отражательных печах?</p> <p>Технология и аппаратное оформление процесса конвертирования медных штейнов в горизонтальных аппаратах Пирса-Смита.</p> <p>Основные показатели процесса.</p> <p>Перечень продукции, получаемой при переработке различных видов алюминиевого сырья (включая техногенное).</p> <p>Особенности комплексной переработки алюминиевого сырья.</p> <p>Электролиз криолито-глиноземного расплава.</p> <p>Поведение селена и теллура при электролитическом рафинировании серебра.</p> <p>Химия и технология процессов аффинажа платинового концентрата и методы получения платины высокой чистоты.</p> <p>Бактериальное выщелачивание золотосодержащих концентратов.</p> <p>Инновационные способы переработки титансодержащего сырья</p> |
| <b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b> |                 |                                    |   |
| Код работы  | Название работы | Проверяемые индикаторы компетенций | Содержание работы   |

|     |                        |   |   |
|-----|------------------------|---|---|
| P1  | Реферат 1              | A-1-B1;A-1-B2;A-2-B1;A-3-Y1;A-3-B1;A-1-Y2 | Перечень примерных тем:<br>Металлургические агрегаты внепечной обработки, виды и конструкционные особенности. Теоретическое обоснование использования щелочноземельных и редкоземельных металлов в процессе внепечной обработки стали.<br>Тугоплавкие металлы вольфрам, молибден, ниобий, редкоземельные и щелочноземельные металлы в металлургии, их применение в качестве легирующих элементов.<br>Десульфурация стали, назначение и основные показатели процесса, рафинировочные шлаки, перспективные методы десульфурации.<br>Современное состояние и перспективы развития рафинирования стали.<br>Особенности конструкции и работы печей спецэлектрометаллургии.<br>Современное сталеплавильное и конвертерное производства стали, перспективы развития. |
| P2  | Реферат 2              | A-1-B1;A-1-B2;A-2-B1;A-3-Y1;A-3-B1;A-1-Y2 | Перечень примерных тем:<br>Новые процессы в металлургии. Автогенные процессы, их особенности.<br>Кислородно - взвешенная плавка и плавка на подогретом дутье – особенности технологии, аппаратное оформление процессов, основные технико-экономические показатели.<br>Использование технологии Ванюкова для переработки различных видов сырья и перспективы его развития.<br>Конвертирование медных штейнов и пути совершенствования процесса.<br>Электролитическое рафинирование меди, особенности поведения примесей при электролизе меди.  |
| P3  | Реферат 3              | A-1-B1;A-1-B2;A-2-B1;A-3-Y1;A-3-B1;A-1-Y2 | Перечень примерных тем:<br>Теоретические основы и технология процесса цианирования.<br>Применение активированных углей для извлечения золота и серебра из цианистых растворов.<br>Бактериальное выщелачивание золотосодержащих концентратов.<br>Химия и технология процессов аффинажа золота и серебра.<br>Поведение благородных металлов при переработке свинцовых и цинковых руд.   |
| P4  | Реферат 4              | A-1-B1;A-1-B2;A-2-B1;A-3-Y1;A-3-B1;A-1-Y2 | Перечень примерных тем:<br>Редкоземельные металлы, области применения, основные производители в мире и в России.<br>Перспективы развития сырьевой базы тугоплавких и рассеянных редких металлов и технологий обогащения редкометалльных руд.<br>Ресурс- и энергосберегающие технологии в переработке титансодержащего сырья.<br>Новые экстракционные и ионообменные методы в технологии редких металлов.<br>Производство рения. Применение экстракции, ионного обмена и высокоэффективных мембранных процессов в технологии производства рения  |
| P5  | Практическое занятие 1 | A-1-Y1;A-2-Y1;A-2-B1                      | Построение баланса макро- и микроэлементов металлургического предприятия  |
| P6  | Практическое занятие 2 | A-1-Y1;A-2-Y1;A-2-B1                      | Оценочный расчёт баланса железа для предприятия чёрной металлургии полного цикла  |
| P7  | Практическое занятие 3 | A-1-Y1;A-2-Y1;A-2-B1                      | Современные способы переработки медных концентратов   |
| P8  | Практическое занятие 4 | A-1-Y1;A-2-Y1;A-2-B1                      | Особенности переработки окисленных никелевых и сульфидных медно-никелевых руд и концентратов  |
| P9  | Практическое занятие 5 | A-1-Y1;A-2-Y1;A-2-B1                      | Технологии получения благородных металлов с использованием различных методов  |
| P10 | Практическое занятие 6 | A-1-Y1;A-2-Y1;A-2-B1                      | Научные основы и технология аффинажа золота и серебра   |
| P11 | Практическое занятие 7 | A-1-Y1;A-2-Y1;A-2-B1                      | Производство глинозема, фтористых солей и электродных изделий   |

|     |                         |                      |  |
|-----|-------------------------|----------------------|--|
| P12 | Практическое занятие 8  | A-1-У1;A-2-У1;A-2-В1 | Основные направления развития технологии получения алюминия  |
| P13 | Практическое занятие 9  | A-1-У1;A-2-У1;A-2-В1 | Совершенствование технологий производства тугоплавких редких металлов и их соединений                      |
| P14 | Практическое занятие 10 | A-1-У1;A-2-У1;A-2-В1 | Основные тенденции развития технологий переработки первичного и техногенного сырья тантала, ниобия, титана |

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По курсу предусмотрен экзамен. Экзаменационный билет состоит из 3-х теоретических вопросов. Билеты хранятся на кафедре.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители   | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год            |
|------|---|--|------------------------|------------------------------|
| Л1.1 | Мечев В. В., Быстров В. П., Тарасов А. В., др.                                  | Автогенные процессы в цветной металлургии  | Библиотека МИСиС       | М.: Металлургия, 1991        |
| Л1.2 | Ванюков А. В., Уткин Н. И.  | Комплексная переработка медного и никелевого сырья: Учебник для вузов                                | Библиотека МИСиС       | Челябинск: Металлургия, 1988 |
| Л1.3 | Романтеев Юрий Павлович   | Металлургия благородных металлов: учеб. пособие для студ. вузов спец. 'Металлургия цветных металлов' | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2007              |
| Л1.4 | Масленицкий И. Н., Чугаев Л. В., Борбат В. Ф., др., Чугаев Л. В.                | Металлургия благородных металлов: Учебник для вузов  | Библиотека МИСиС       | М.: Металлургия, 1987        |
| Л1.5 | Котляр Ю. А., Меретуков М. А., Стрижко Л. С.                                    | Металлургия благородных металлов. В 2-х кн. Кн.1: учебник для студ. вузов напр. 'Металлургия'        | Библиотека МИСиС       | М.: Руда и металлы, 2005     |
| Л1.6 | Котляр Ю. А., Меретуков М. А., Стрижко Л. С.                                    | Металлургия благородных металлов. В 2-х кн. Кн.2: учебник для студ. вузов напр. 'Металлургия'        | Библиотека МИСиС       | М.: Руда и металлы, 2005     |
| Л1.7 | Воробьев Игорь Борисович, Хайруллина Римма Талгатовна, Николаев Иван Васильевич | Металлургия глинозема: учеб. пособие для студ. вузов спец. 110200-Металлургия цветных металлов       | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2004              |

|       | Авторы, составители  | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год                |
|-------|--|--|------------------------|----------------------------------|
| Л1.8  | Юсфин Ю. С.,<br>Пашков Н. Ф.   | Металлургия железа:<br>учебник для студ. вузов,<br>обуч. по напр. 'Металлургия'  | Библиотека МИСиС       | М.: Академкнига, 2007            |
| Л1.9  | Стрижко Л. С.  | Металлургия золота и<br>серебра: Учеб. пособие для<br>студ. вузов, обуч. по спец.<br>110200 - 'Металлургия<br>цветных металлов'                      | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2001           |
| Л1.10 | Москвитин В. И.,<br>Николаев И. В.,<br>Фомин Б. А.   | Металлургия легких<br>металлов: учебник для студ.<br>вузов спец. 'Металлургия цв.<br>металлов'   | Библиотека МИСиС       | М.: Интернет инжиниринг,<br>2005 |
| Л1.11 | Зеликман А. Н.,<br>Коршунов Б. Г.  | Металлургия редких<br>металлов: Учебник для студ.<br>вузов   | Библиотека МИСиС       | М.: Metallurgy, 1991             |
| Л1.12 | Романтеев Юрий<br>Павлович, Федоров<br>Александр<br>Николаевич, Быстров<br>Сергей<br>Валентинович,<br>Комков Алексей<br>Александрович,<br>Быстров Валентин<br>Петрович | Металлургия свинца: учеб.<br>пособие для студ. вузов напр.<br>'Металлургия', спец.<br>'Металлургия цв. металлов'                                     | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2005                  |
| Л1.13 | Романтеев Ю. П.,<br>Быстров В. П.  | Металлургия тяжелых<br>цветных металлов. Свинец.<br>Цинк. Кадмий   | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2010           |
| Л1.14 | Романтеев Юрий<br>Павлович, Федоров<br>Александр<br>Николаевич, Быстров<br>Сергей<br>Валентинович,<br>Быстров Валентин<br>Петрович                                     | Металлургия цинка и кадмия:<br>учеб. пособие для студ. вузов<br>напр. 'Металлургия', спец.<br>'Металлургия цветных<br>металлов'                      | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2006                  |
| Л1.15 | Вегман Е. Ф.,<br>Жеребин Б. Н.,<br>Похвиснев А. Н., др.,<br>Юсфин Ю. С.  | Металлургия чугуна:<br>учебник для студ. вузов<br>металлург. спец.   | Библиотека МИСиС       | М.: Академкнига, 2004            |
| Л1.16 | Юсфин Юлиан<br>Семенович   | Металлургия чугуна и<br>железа: Для студ. спец.<br>110100, 072000, 060802,<br>120900, 210200   | Электронная библиотека | М.: Учеба, 1997                  |
| Л1.17 | Юсфин Ю. С.,<br>Гиммельфарб А. А.,<br>Пашков Н. Ф.   | Новые процессы получения<br>металла: Металлургия железа  | Библиотека МИСиС       | М.: Metallurgy, 1994             |
| Л1.18 | Юсфин Ю. С.,<br>Леонтьев Л. И.,<br>Черноусов П. И.   | Промышленность и<br>окружающая среда: Учебник<br>для студ. вузов по<br>направлению подгот.<br>дипломир. специалистов<br>651300'Металлургия'          | Библиотека МИСиС       | М.: Академкнига, 2002            |
| Л1.19 | Лолейт Сергей<br>Ибрагимович,<br>Меретуков М. А.,<br>Стрижко Леонид<br>Семенович, Гурин К.<br>К.   | Современные проблемы<br>металлургии и<br>материаловедения<br>благородных металлов: учеб.<br>пособие для студ. вузов,<br>обуч. по напр. 'Металлургия' | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2012           |

|       | Авторы, составители  | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год      |
|-------|--|---|------------------------|------------------------|
| Л1.20 | Леонтьев Л. И.,<br>Юсфин Ю. С.,<br>Мальшева Т. Я., др.   | Сырьевая и топливная база черной металлургии: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Металлургия'   | Библиотека МИСиС       | М.: Академкнига, 2007  |
| Л1.21 | Зеликман А. Н.,<br>Вольдман Г. М.,<br>Беляевская Л. В.   | Теория гидрометаллургических процессов: Учебник для вузов по спец. 'Металлургия цв. металлов' и 'Хим. технология редких и рассеян. элементов'                     | Библиотека МИСиС       | М.: Металлургия, 1983  |
| Л1.22 | Вольдман Г. М.,<br>Зеликман А. Н.  | Теория гидрометаллургических процессов: учебник для вузов по спец. 'Физ.-хим. исслед. металлург. процессов'   | Библиотека МИСиС       | М.: Металлургия, 1993  |
| Л1.23 | Медведев Александр Сергеевич,<br>Богатырева Елена Владимировна   | Теория гидрометаллургических процессов. Теория и практика гидрометаллургических процессов, лежащих в основе производства цветных и редких металлов: учеб. пособие | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2009 |
| Л1.24 | Борисоглебский Ю. В., др.  | Теория и технология электрометаллургических процессов: Учеб. пособие для вузов по направлению 'Металлургия' и 'Металлургия цв. металлов'                          | Библиотека МИСиС       | М.: Металлургия, 1994  |
| Л1.25 | Ванюков А. В.,<br>Зайцев В. Я.   | Теория пирометаллургических процессов   | Библиотека МИСиС       | М.: Металлургия, 1993  |
| Л1.26 | Юсфин Юлиан Семенович, Пашков Николай Фомич,<br>Черноусов Павел Иванович, Травянов Андрей Яковлевич,<br>др.              | Экология металлургического производства. Материальные и топливные ресурсы металлургии: учеб. пособие для студ. спец. 110100, 072000                               | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2003        |
| Л1.27 | Юсфин Юлиан Семенович, Пашков Николай Фомич,<br>Трофимов В. П.,<br>Юсфин Юлиан Семенович                                 | Внедоменное получение железа: учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 1101   | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 1988        |
| Л1.28 | Юсфин Юлиан Семенович,<br>Черноусов Павел Иванович   | Экология металлургического производства: Разд.3: Экологически чистое производство: Курс лекций для студ. спец. 110100, 072000, 210200                             | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 2000        |
| Л1.29 | Юсфин Юлиан Семенович,<br>Литвиненко Юрий Александрович,<br>Доброскок Владислав Андреевич, др.,<br>Юсфин Юлиан Семенович | Подготовка руд к плавке и металлургия чугуна: лаб. практикум для студ. спец. 0401, 0635, 0405, 1708   | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 1983        |

|       | Авторы, составители   | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год      |
|-------|---|---|------------------------|------------------------|
| Л1.30 | Юсфин Юлиан Семенович,<br>Черноусов Павел Иванович  | Экология металлургического производства: Разд.: Устойчивое развитие: курс лекций для студ. спец. 110100, 072000, 210200   | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 1998        |
| Л1.31 | Юсфин Юлиан Семенович,<br>Черноусов Павел Иванович  | Экология металлургического производства: Разд.2: Ресурсо-экологические основы социально-экономического развития: курс лекций для студ. спец. 110100, 072000, 210200   | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 1998        |
| Л1.32 | Лысенко Андрей Павлович,<br>Хайруллина Римма Талгатовна   | Металлургия алюминия: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150400 - Metallургия  | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МИСиС, 2012 |
| Л1.33 | Кулифеев Владимир Константинович,<br>Тарасов Вадим Петрович, Кропачев Андрей Николаевич                               | Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов. Физико-химические основы и технология получения редких, редкоземельных и радиоактивных металлов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Metallургия | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МИСиС, 2013 |
| Л1.34 | Дашевский Вениамиин (Виктор) Яковлевич, Полулях Лариса Алексеевна,<br>Травянов Андрей Яковлевич                       | Современные методы и оборудование металлургии и материаловедения. Фосфор при выплавке марганецсодержащих ферросплавов (N 3151): учеб. пособие   | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2018      |
| Л1.35 | Юсфин Юлиан Семенович, Пашков Николай Фомич,<br>Трофимов В. П., Юсфин Юлиан Семенович                                 | Внедоменное получение железа: учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 1101   | Электронная библиотека | М.: Учеба, 1988        |
| Л1.36 | Юсфин Юлиан Семенович,<br>Литвиненко Юрий Александрович,<br>Доброскок Владислав Андреевич, др., Юсфин Юлиан Семенович | Подготовка руд к плавке и металлургия чугуна: лаб. практикум для студ. спец. 0401, 0635, 0405, 1708   | Электронная библиотека | М.: Учеба, 1983        |
| Л1.37 | Юсфин Юлиан Семенович,<br>Черноусов Павел Иванович  | Экология металлургического производства: Разд.: Устойчивое развитие: курс лекций для студ. спец. 110100, 072000, 210200   | Электронная библиотека | М.: Учеба, 1998        |

|       | Авторы, составители  | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год      |
|-------|--|--|------------------------|------------------------|
| Л1.38 | Румянцев Б. А.,<br>Григорович<br>Константин<br>Всеволодович  | Исследование процессов взаимодействия хромо-никелевых расплавов с окислительной плазмой с целью разработки технологических приемов производства низкоуглеродистых коррозионностойких сталей в печах постоянного тока: автореф. дис... к.т.н., спец. 05.16.02 - "Металлургия черных, цветных и редких металлов" | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2017      |
| Л1.39 | Демин К. Ю.,<br>Григорович<br>Константин<br>Всеволодович   | Исследование процессов раскисления и модифицирования стали для железнодорожных колес с целью повышения их служебных свойств: автореф. дис... к.т.н, спец. 05.16.02 - "Металлургия черных, цветных и редких металлов"   | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2012      |
| Л1.40 | Кокорин Д. С.,<br>Юсфин Юлиан<br>Семенович   | Разработка новой версии программного обеспечения для сканирующего зонда на базе исследования закономерностей образования слоев шихтовых материалов с целью оптимизации загрузки доменных печей: автореф. дис... к.т.н., спец. 05.16.02 - "Металлургия черных, цветных и редких металлов"                       | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2010      |
| Л1.41 | Михин Р. А., Юсфин<br>Юлиан Семенович  | Разработка теоретических основ поведения шихтовых материалов доменной плавки для информационного обеспечения математической модели загрузки доменной печи: автореф. дис... к.т.н., спец. 05.16.02 - "Металлургия черных, цветных и редких металлов"  | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2010      |
| Л1.42 | Вурдова Надежда<br>Георгиевна, Голубев<br>Олег Валентинович,<br>Неделин Сергей<br>Васильевич, др.,<br>Травянов Андрей<br>Яковлевич | Рециклинг (№ 3561): учебник  | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2020 |
| Л1.43 | Черноусов П. И.  | Рециклинг. Технологии переработки и утилизации техногенных образований и отходов в черной металлургии: монография  | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2011 |
| Л1.44 | Соболев А. В.,<br>Юсфин Ю. С.  | Совершенствование технологии производства железорудных окатышей регулированием гранулометрического состава шихтовых материалов: Дисс...к.т.н.: 05.16.02  | Библиотека МИСиС       | М.: [МИСиС], 1988      |



|       | Авторы, составители  | Заглавие  | Библиотека       | Издательство, год      |
|-------|--|---|------------------|------------------------|
| Л1.45 | Юсфин Юлиан Семенович,<br>Литвиненко Юрий Александрович,<br>Истеев А. И., др.,<br>Юсфин Юлиан Семенович                | Доменное производство:<br>Лаб.практикум для студ.<br>спец. 0401   | Библиотека МИСиС | М.: [МИСиС], 1985      |
| Л1.46 | Роменец В. А.,<br>Юсфин Ю. С.,<br>Усачев А. Б.   | Исследование процессов<br>газификации углей в<br>барботируемой шлаковой<br>ванне и использование<br>восстановительных газов в<br>доменном производстве:<br>разработка технологического<br>задания на опытную<br>установку газификации | Библиотека МИСиС | М.: [МИСиС], 1990      |
| Л1.47 | Юсфин Ю. С.,<br>Литвиненко Ю. А.   | Освоение и внедрение<br>производства и металлизации<br>офлюсованных окатышей:<br>Заключит.  | Библиотека МИСиС | М.: [МИСиС], 1988      |
| Л1.48 | Юсфин Юлиан Семенович  | Подготовка руд к плавке и<br>производство чугуна:<br>Задачник (для студентов<br>спец. 0401)   | Библиотека МИСиС | М.: [МИСиС], 1980      |
| Л1.49 | Юсфин Ю. С.,<br>Даньшин В. В.  | Подготовка руд к плавке и<br>производство чугуна: метод.<br>указания  | Библиотека МИСиС | М.: [МИСиС], 1977      |
| Л1.50 | Юсфин Ю. С.,<br>Пареньков А. Е.  | Совершенствование<br>технологического режима<br>выплавки ванадиевого<br>литейного чугуна в<br>доменных печах НПО<br>'Тулачермет':<br>Заключительный   | Библиотека МИСиС | М.: [МИСиС], 1988      |
| Л1.51 | Юсфин Юлиан Семенович  | Металлургия чугуна и<br>железа: Для студ. спец.<br>110100, 072000, 060802,<br>120900, 210200  | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1997        |
| Л1.52 | Юсфин Ю. С.  | Физико-химические основы<br>руднотермических<br>процессов: Лаб. практикум<br>для студентов спец. 0405   | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1980        |
| Л1.53 | Юсфин Юлиан Семенович, Пашков Николай Фомич,<br>Черноусов Павел Иванович, Травянов Андрей Яковлевич,<br>др.            | Экология металлургического<br>производства. Материальные<br>и топливные ресурсы<br>металлургии: учеб. пособие<br>для студ. спец. 110100,<br>072000  | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 2003        |
| Л1.54 | Вурдова Надежда Георгиевна, Голубев Олег Валентинович,<br>Неделин Сергей Васильевич, др.,<br>Травянов Андрей Яковлевич | Рециклинг (N 3561): учебник   | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2020 |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

|  | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|--|---------------------|----------|------------|-------------------|
|--|---------------------|----------|------------|-------------------|

|       | Авторы, составители   | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год  |
|-------|---|---|------------------------|--|
| Л2.1  | Гуттенгейм Э., Пру Д.   | Физико-химические расчеты: практическое пособие   | Электронная библиотека | Москва: Изд-во иностр. лит., 1958  |
| Л2.2  | Цышевский Р. В.,<br>Гарифзянова Г. Г.,<br>Храповский Г. М.                          | Квантово-химические расчеты механизмов химических реакций: учебно-методическое пособие                                | Электронная библиотека | Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012 |
| Л2.3  | Стрижко Леонид Семенович, Урусова Светлана Михайловна, Божко Галина Геннадьевна     | Металлургия благородных металлов: учеб. пособие для студ. вузов спец. 'Металлургия цв. металлов'                      | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2006  |
| Л2.4  | Черноусов Павел Иванович, Мапельман Валентина Михайловна, Голубев Олег Валентинович | Металлургия железа в истории цивилизации: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Металлургия' и 'Физ. материаловедение' | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2006  |
| Л2.5  | Зайцев В. Я., Маргулис Е. В.  | Металлургия свинца и цинка: Учеб. пособие для вузов по спец. 'Металлургия цветных металлов'                           | Библиотека МИСиС       | М.: Metallurgy, 1985   |
| Л2.6  | Тарасов А. В., Уткин Н. И.  | Общая металлургия: Учебник для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'  | Библиотека МИСиС       | М.: Metallurgy, 1997   |
| Л2.7  | Ванюков А. В., Быстров В. П., Васкевич А. Д., др., Ванюков А. В.                    | Плавка в жидкой ванне   | Библиотека МИСиС       | М.: Metallurgy, 1988   |
| Л2.8  | Ойкс Г. Н., Иоффе Х. М., Ойкс Г. Н.   | Производство стали (расчеты): Учеб. пособие для металлург. техникумов   | Библиотека МИСиС       | М.: Metallurgy, 1975   |
| Л2.9  | Рыжонков Д. И., Падерин С. Н., Серов Г. В., Жидкова Л. К.                           | Расчеты металлургических процессов на ЭВМ: Учеб. пособие для студ. металлург. спец. вузов                             | Библиотека МИСиС       | М.: Metallurgy, 1987   |
| Л2.10 | Аверин С. И., Гольдфарб Э. М., Кравцов А. Ф., др., Тайц Н. Ю.                       | Расчеты нагревательных печей: учеб. пособие для металлург. вузов УСС?   | Библиотека МИСиС       | Киев: Техника, 1969  |
| Л2.11 | Худяков И. Ф., Тихонов А. И., Деев В. И., Набойченко С. С.                          | Т.2: Металлургия никеля и кобальта  | Библиотека МИСиС       | , 1977   |
| Л2.12 | Мастрюков Б. С.   | Т.2: Расчеты металлургических печей   | Библиотека МИСиС       | , 1986   |
| Л2.13 | Мастрюков Б. С., Кривандин В. А.  | Т.2: Расчеты металлургических печей: Учебник  | Библиотека МИСиС       | М.: Metallurgy, 1978   |
| Л2.14 | Китаев Б. И., Зобнин Б. Ф., Ратников В. Ф., др., Телегин А. С.                      | Теплотехнические расчеты металлургических печей: учеб. пособие  | Библиотека МИСиС       | М.: Metallurgy, 1970   |
| Л2.15 | Зобнин Б. Ф., Казяев М. Д., Китаев Б. И., др., Телегин А. С.                        | Теплотехнические расчеты металлургических печей: Учеб. пособие для студ. металлург. спец.                             | Библиотека МИСиС       | М.: Metallurgy, 1982   |

|       | Авторы, составители  | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год      |
|-------|--|--|------------------------|------------------------|
| Л2.16 | Владимиров Л. П.   | Термодинамические расчеты равновесия металлургических реакций  | Библиотека МИСиС       | М.: Металлургия, 1970  |
| Л2.17 | Банний Н. П.,<br>Банний Д. Н.  | Технико-экономические расчеты в черной металлургии: Учеб. пособие по спец. 'Экономика и организация металлург. пром -сти'                                  | Библиотека МИСиС       | М.: Металлургия, 1979  |
| Л2.18 | Григорян Вули Аршакович,<br>Стомахин Александр Яковлевич, Уточкин Юрий Иванович, др.   | Физико-химические расчеты электросталеплавильных процессов. Сб. задач с решениями: учебное пособие для студ. вузов спец. - Металлургия                     | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2007        |
| Л2.19 | Серов Геннадий Владимирович,<br>Сидорова Елена Николаевна  | Физические основы производства. Термодинамические расчеты высокотемпературных систем и процессов, фазовые превращения: практикум                           | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2016 |
| Л2.20 | Зайцев Владимир Яковлевич, Колосова Вера Сергеевна,<br>Сыромятникова А. С.   | Комплексная переработка свинцового и цинкового сырья: Разд.: Производство свинца: Учеб. пособие для практ. занятий студ. спец. 0402                        | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 1986        |
| Л2.21 | Похвиснев Анатолий Николаевич, Юсфин Юлиан Семенович   | Подготовка руд к плавке и производство чугуна. Раздел: Расчет показателей доменной плавки: учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 0401,0635,1708 | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 1981        |
| Л2.22 | Черноусов Павел Иванович, Травянов Андрей Яковлевич,<br>Неделин Сергей Васильевич  | История металлургии и мировое металлургическое производство: учеб. пособие для практ. занятий: для студ. спец. 110100                                      | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 1999        |
| Л2.23 | Сорокин Михаил Леонидович,<br>Быстров Валентин Петрович  | Металлургия меди, никеля и сопутствующих элементов и проектирование цехов: Разд.: Электролиз меди: Курс лекций для студ. спец. 11.02                       | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 1991        |
| Л2.24 | Григорян Вули Аршакович,<br>Стомахин Александр Яковлевич,<br>Островский Олег Исаакович,<br>Котельников Георгий Иванович, Григорян Вули Аршакович | Электрометаллургия стали и ферросплавов: Разд.: Расчеты по технологии электроплавки: Сб. заданий для студ. спец. 1101, 2102                                | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 2001        |
| Л2.25 | Падерин С. Н.,<br>Филиппов В. В.   | Теория и расчеты металлургических систем и процессов: учеб. пособие для студ. вузов напр. 550500 и 651300 - Металлургия                                    | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МИСиС, 2002 |
| Л2.26 | Падерин С. Н., Серов Г. В., Шильников Е. В., Алпатов А. В.   | Электрохимический контроль и расчеты сталеплавильных процессов: монография   | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МИСиС, 2011 |

|       | Авторы, составители  | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год      |
|-------|--|---|------------------------|------------------------|
| Л2.27 | Котельников Георгий Иванович, Павлов А. В., Толстолицкий Алексей Александрович, др.              | Термодинамика и кинетика металлургических процессов. Физико-химические расчеты распределения компонентов между металлом, шлаком и газом с использованием компьютерной программы "ГИББС - МИСиС": учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Металлургия | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МИСиС, 2011 |
| Л2.28 | Котельников Георгий Иванович, Павлов А. В., Косырев Константин Львович, др.                      | Термодинамика и кинетика металлургических процессов. Физико-химические расчеты по термодинамике и кинетике поведения газов и неметаллических включений в стали: практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. - Металлургия                              | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МИСиС, 2013 |
| Л2.29 | Богатырева Елена Владимировна, Соколов В. А., Стрижко Леонид Семенович, др.                      | Инженерные расчеты в металлургии: учеб. пособие   | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МИСиС, 2015 |
| Л2.30 |  | Черная металлургия  | Библиотека МИСиС       | ,                      |
| Л2.31 | Серов Геннадий Владимирович, Сидорова Елена Николаевна   | Физические основы производства. Расчеты и контроль металлургических процессов (N 2967): практикум   | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2018      |
| Л2.32 | Черноусов Павел Иванович, Травянов Андрей Яковлевич, Неделин Сергей Васильевич                   | История металлургии и мировое металлургическое производство: учеб. пособие для практ. занятий: для студ. спец. 110100   | Электронная библиотека | М.: Учеба, 1999        |
| Л2.33 | Черноусов Павел Иванович, Мапельман Валентина Михайловна, Неделин Сергей Васильевич              | История науки и образования. Разд.1: Зарождение металлургического производства: учеб. пособие для студ. спец. 110100, 072000, 210200  | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2002        |
| Л2.34 | Черноусов Павел Иванович, Мапельман Валентина Михайловна, Неделин Сергей Васильевич              | История науки и образования. Разд.2: Металлургия Древнего мира: учеб. пособие для студ. спец. 110100, 072000, 210200  | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2002        |
| Л2.35 | Симонов В. И., Егоров Алексей Варнавьевич, Лапшин Игорь Васильевич, др., Григорян Вули Аршакович | Производство электростали и ферросплавов: Разд.: Технологические расчеты с применением ЭВМ: Учеб. пособие для курсового и дипломного проектирования студ. спец. 11.01, 21.03  | Электронная библиотека | М.: Учеба, 1990        |

|       | Авторы, составители  | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год                      |
|-------|--|---|------------------------|--|
| Л2.36 | Юсфин Юлиан Семенович,<br>Черноусов Павел Иванович           | Экология металлургического производства: Разд.2: Ресурсо-экологические основы социально-экономического развития: курс лекций для студ. спец. 110100, 072000, 210200 | Электронная библиотека | М.: Учеба, 1998                        |
| Л2.37 | Юсфин Юлиан Семенович,<br>Черноусов Павел Иванович           | Экология металлургического производства: Разд.3: Экологически чистое производство: Курс лекций для студ. спец. 110100, 072000, 210200                               | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2000                        |
| Л2.38 | Падерин С. Н., Серов Г. В., Шильников Е. В., Алпатов А. В.   | Электрохимический контроль и расчеты сталеплавильных процессов: монография  | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2011                 |
| Л2.39 | Григорян В. А., Стомахин А. Я., Большов Л. А.                | Расчеты по термодинамике растворов азота и водорода в металлах: Учеб. пособие для упражнений и семинар. занятий   | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 1973                        |
| Л2.40 | Шаталов Р. Л., Черноусов П. И., Макашов Е. А., Голубев О. В. | Инженерная экология, рециклинг металлов и деформированных сплавов: монография   | Электронная библиотека | Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021 |

### 6.1.3. Методические разработки

|      | Авторы, составители  | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год  |
|------|--|--|------------------------|--|
| Л3.1 | Бесков С. Д.   | Техно-химические расчеты   | Электронная библиотека | Москва: Высш. школа, 1962  |
| Л3.2 | Гайдах Т., Мелузин Г., Бернат Й.                             | Простейшие электротехнические расчеты: научно-популярное издание                       | Электронная библиотека | Москва: Энергия, 1968  |
| Л3.3 | Лаптева Т. В., Зиятдинов Н. Н., Лаптев С. А., Первухин Д. Д. | Расчеты и моделирование в химической технологии с применением Mathcad: учебное пособие | Электронная библиотека | Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018 |

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

|    |  |   |
|----|--|---|
| Э1 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU   | <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>   |
| Э2 | Государственная публичная научно-техническая библиотека России                                     | <a href="http://www.gpntb.ru/">http://www.gpntb.ru/</a> |
| Э3 | Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | <a href="https://www.fips.ru/">https://www.fips.ru/</a> |

### 6.3 Перечень программного обеспечения

|     |                      |
|-----|----------------------|
| П.1 | LMS Canvas           |
| П.2 | MS Teams             |
| П.3 | Microsoft Excel      |
| П.4 | Microsoft PowerPoint |
| П.5 | Физическая химия     |

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

|     |  |
|-----|--|
| И.1 | Реферативная база данных по мировым научным публикациям Web of Science <a href="http://www.webofscience.com">http://www.webofscience.com</a> |
| И.2 | Реферативная база Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>   |

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|------|------------|-----------|
|------|------------|-----------|

|                                       |  |   |
|---------------------------------------|--|---|
| Любой корпус<br>Мультимедийная        | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |
| Любой корпус<br>Мультимедийная        | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |
| К-233                                 | Лаборатория  | доска маркерная; дистиллятор GFL; печь муфельная - 2 шт.; весы лабораторные - 2 шт.   |
| К-233                                 | Лаборатория  | доска маркерная; дистиллятор GFL; печь муфельная - 2 шт.; весы лабораторные - 2 шт.   |
| Читальный зал №3 (Б)                  |  | комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.    |
| Читальный зал<br>электронных ресурсов |  | комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.  |

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Лекции и практические занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint с использованием мультимедийных средств в специализированной аудитории
2. Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail, средств аудио- и видеосвязи и при личной явке.
3. Текущий контроль проводится в часы практических и лекционных занятий.